

**Composite material used in the production of metal cutting tools
consists of a hard metal or cermet substrate body having a specified
carbon content covered with a diamond layer**

Publication number: DE10130590 (A1)

Publication date: 2002-11-21

Inventor(s): DREYER KLAUS [DE]; KASSEL DIETER [DE]

Applicant(s): WIDIA GMBH [DE]

Classification:

- international: C22C1/05; C22C 29/08; C23C16/02; C23C16/27; C23C 30/00;
C22C1/05; C22C 29/06; C23C16/02; C23C16/26; C23C30/00;
(IPC1-7): C22C29/00; C23C16/26

- European: C22C1/05B; C22C29/08; C23C16/02B2; C23C16/27F;
C23C30/00B

Application number: DE20011030590 20010627

Priority number(s): DE20011030590 20010627; DE20011024051 20010516

Cited documents:

 DD118898 (A)

 EP0628642 (A1)

 EP0617140 (A1)

Abstract of DE 10130590 (A1)

Composite material consists of a hard metal or cermet substrate body covered with a diamond layer. The carbon content of the hard metal or cermet substrate body is 89-99, preferably 94-99 % of the maximum possible content at which carbon porosity arises. For hard metal substrate bodies with a Co binder, the magnetic saturation polarization is 89-99, preferably 94-99% of the maximum magnetic saturation polarization $4 \pi M_{smax} = 2 Co - 2.2 Cr_{3C2}$ (where Co and Cr₃C₂ are given in wt.% and $4 \pi M_{smax}$ in $T \cdot m^{-3} \cdot kg^{-1}$). An Independent claim is also included for a process for the production of a composite material. Preferred Features: The hard metal substrate body contains 2-10, preferably 3-7 wt. % cobalt, up to 3 wt. % TaC and/or NbC, and up to 10 wt. % VC and/or Cr₃C₂ with a balance of WC and has a fineness of not more than 1 microns m.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑫ **Offenlegungsschrift**
⑯ ⑯ **DE 101 30 590 A 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
C 22 C 29/00
C 23 C 16/26

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 101 30 590.7
⑯ ⑯ Anmeldetag: 27. 6. 2001
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 21. 11. 2002

DE 101 30 590 A 1

⑯ Innere Priorität: 101 24 051. 1 16. 05. 2001	⑯ Erfinder: Dreyer, Klaus, Dr.rer.nat., 45138 Essen, DE; Kassel, Dieter, Dipl.-Min., 58456 Witten, DE
⑯ Anmelder: Widia GmbH, 45145 Essen, DE	⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften: DD 1 18 898 A EP 06 28 642 A1 EP 06 17 140 A1 Derwent Abstract zu SE 9602815 A;
⑯ Vertreter: Vomberg, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 42653 Solingen	

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verbundwerkstoff und Verfahren zu dessen Herstellung
⑯ Die Erfindung betrifft einen Verbundwerkstoff, bestehend aus einem Hartmetall- oder Cermet-Substratkörper, der mit mindestens einer Diamantschicht überzogen ist. Um die Haftung der Diamantbeschichtung auf feinkörnigen Hartmetall- oder Cermet-Substratkörpern zu verbessern, wird vorgeschlagen, daß der C-Gehalt des Hartmetall- oder Cermet-Substratkörpers zwischen 89% und 99%, vorzugsweise zwischen 94% und 99%, des maximal möglichen Gehaltes, bei der C-Porosität auftritt, beträgt oder bei Hartmetall-Substratkörpern mit Co-Binder die magnetische Sättigungspolarisation 89 bis 99%, vorzugsweise 94 bis 99%, der maximalen magnetischen Sättigungspolarisation $4 \pi \sigma_{\max} = 2 \text{Co} - 2,2 \text{Cr}_3\text{C}_2$ beträgt (Co und Cr_3C_2 jeweils in Masse-%, $4 \pi \sigma_{\max}$ in $\mu\text{T} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ angegeben) beträgt.

DE 101 30 590 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verbundwerkstoff, bestehend aus einem Hartmetall- oder Cermet-Substratkörper, der mit mindestens einer Diamantschicht überzogen ist.

[0002] Solche Verbundwerkstoffe finden insbesondere als Zerspanungswerkzeuge und als Bauteile Verwendung.

[0003] Unter Hartmetallen werden generell Legierungen verstanden, die aus einem oder mehreren Hartstoff(en) und einem oder mehreren Bindemetall(en) bestehen. Als Hartstoffe kommen insbesondere Carbide der IVa- bis VIa-Gruppe des Periodensystems in Betracht, wobei WC stets vorhanden ist und den überwiegenden Anteil bildet. Bindemetalle sind Eisen, Cobalt und Nickel, vorzugsweise Cobalt, die in der Legierung einen 2 bis 25 Massen%igen Anteil im Hartmetall darstellen. Cermets sind hochtitancarbonitridhaltige Hartmetalle, bei denen die Hartstoffphase ausschließlich aus Carbonitriden der Elemente der IVa bis VIa-Gruppe des Periodensystems besteht.

[0004] Es ist auch bekannt, daß bei WC-Co-Hartmetallen Zusatzstoffe wie TaC und/oder NbC in geringen Anteilen bis zu 3 Massen% zur Verbesserung der Hochtemperaturreigenschaften und der Bruchzähigkeit der Verbundstoffe dienen können. Zusätze in Form von VC und/oder Cr₃C₂ werden in feinkörnigen (WC < 1 µm) Hartmetallen als sogenannte Kornwachstumshemmer bis zu 10 Massen% bezogen auf den Bindemetallgehalt zugegeben. Bei dem gängigsten Verfahren zur Herstellung eines Hartmetall-Substratkörpers werden pulverförmige Ausgangsstoffe (Hartstoffe und Bindemetalle) in der gewünschten Zusammensetzung gemahlen, granuliert, zu einem sogenannten Grünlings verpreßt, der anschließend gesintert und ggf. durch heißisostatisches Pressen nachbehandelt wird, um die gewünschte Dichte zu erzielen. Die Einstellung des C-Gehaltes ist in den Hartmetallen von entscheidender Bedeutung. Die gesinterten Gefüge sollten weder eine η-Phase noch freien Kohlenstoff (C-Porosität) aufweisen.

[0005] Es ist auch allgemein bekannt, solche Substratkörper mittels eines CVD-Verfahrens mit einer Diamantbeschichtung zu versehen. Allerdings, und wie bereits in der DE 199 14 585 C1 erwähnt, ist häufig nicht zu vermeiden, daß Diamantbeschichtungen abplatzen und hierdurch das Werkzeug unbrauchbar wird. Um solche Abplatzungen zu vermeiden, werden in den EP 0 279 898 B1, der EP 0 752 293 A2, der US 5 139 372 und auch der DE 199 14 585 C1 mehrlagige Kohlenstoff- bzw. Diamant-Beschichtungen vorgeschlagen, bei denen sich die einzelnen Lagen durch verschiedene Diamantanteile, Druckspannungen oder Elastizitätsmodule unterscheiden. Bei grobkörnigen Hartmetallen ist die noch zufriedenstellende Haftung der Diamantschicht auf Verklemmungseffekte an der Substratoberfläche zurückzuführen. Dennoch sind die mit solchen Verbundkörpern erreichbaren Standzeiten noch unbefriedigend.

[0006] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Verbundwerkstoff und ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben, bei dem bzw. mit dem eine bessere Haftung der Diamantbeschichtung auf feinkörnigen Hartmetall- oder Cermet-Substratkörpern gewährleistet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch den Verbundwerkstoff nach Anspruch 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß wird der C-Gehalt des Hartmetall- oder Cermet-Substratkörpers zwischen 89% und 99%, vorzugsweise zwischen 94% und 99%, des maximal möglichen C-Gehaltes, bei dem C-Porosität auftritt, eingestellt. Bei Hartmetallen mit Co-Binder kann der zulässige Bereich für den C-Gehalt auch über die magnetische Sättigungspolarisation angegeben werden, wobei $4\pi\sigma$ 89 bis 99%, vor-

zugsweise 94 bis 99%, von $4\pi\sigma_{\max} = 2\text{Co} - 2,2\text{Cr}_3\text{C}_2$ beträgt (Co und Cr₃C₂ jeweils in Massen-%, $4\pi\sigma_{\max}$ in $\mu\text{T} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ angegeben).

[0009] Cobalt zählt zu den sogenannten Ferromagnetika, so daß eine Aufmagnetisierung eines Hartmetalles zu einem Anstieg der magnetischen Induktion (magnetischen Flussdichte) bis zu einem Maximalwert führt, der als magnetische Sättigung bezeichnet wird. Die magnetische Sättigung wird sowohl durch die den ferromagnetischen cobaltreichen 10 Mischkristall der Bindephase kennzeichnenden magnetophysikalischen Eigenschaften als auch durch das Volumen des Ferromagnetikums bestimmt. Maßgeblichen Einfluß auf die magnetische Sättigungspolarisation hat jedoch der Kohlengrad der Hartmetalllegierung. Der Kohlenstoffgehalt ist 15 in einem Monowolframcarbid bei einem stöchiometrischen Gehalt von 6,13% Kohlenstoff ausgeglichen. Bei einem Atomverhältnis W : C unter 1 scheidet sich Kohlenstoff in Form von Graphit und bei einem Atomverhältnis W : C, das wesentlich über 1 liegt, die sogenannte η-Phase aus. Bei einer Unterkohlung, d. h. einem Wolfram-Überschuß löst sich Wolfram in Cobalt, wobei es ab einem gewissen Unterkohlungssgrad zur Ausbildung einer Doppelcarbidphase Co₃W₃C der η-Phase kommt. Durch diese Cobalt-Bindung sinkt der ferromagnetische Anteil, was mit einer geringeren 20 magnetischen Sättigung einhergeht. Auch Cr₃C₂-Zusätze erniedrigen die Sättigungspolarisation, da in der Co-Binderphase bis zu 10 Massen% Cr₃C₂ in Lösung gehen kann.

[0010] Maßgeblich für die erreichbare Härte des fertiggestalteten Hartmetallkörpers ist auch die Korngröße der Carbideiteilchen, insbesondere der Wolframcarbide. Um geringe Korngrößen zu erhalten, werden Dotierungen zur Hemmung des Kornwachstums wie z. B. VC, Cr₃C₂ und/oder (Ta, Nb)C den Ausgangsmischungen beigegeben. VC ist im Hinblick auf die Wachstumshemmung am wirksamsten und 35 führt zudem zu einer Erhöhung der Härte des Hartmetallkörpers. Cr₃C₂-Dotierungen bewirken ein gleichmäßiges Gefüge mit guter Bruchzähigkeit, die sich auch durch TaC- und/oder NbC-Dotierungen verbessern läßt.

[0011] Bei der Diamantbeschichtung der genannten Hartmetallkörper, die in einer kohlenstoffhaltigen Atmosphäre mittels eines CVD-Prozesses durchgeführt wird, besteht die Gefahr, daß im Hartmetallkörper enthaltenes Vanadium und das Bindemetall Co zur Oberfläche diffundiert, was nach den erfundungsgemäß Erkenntnissen zu einer schlechteren 45 Haftung der Diamantbeschichtung auf dem Hartmetallkörper führt. Überraschenderweise läßt sich die Haftung der Diamantbeschichtung erheblich verbessern, wenn der C-Gehalt des Hartmetalles auf 89% bis 99%, vorzugsweise auf 94% bis 99%, des maximalen C-Gehaltes (C_{max}) beschränkt 50 wird, bei dem C-Porosität auftritt. Bei Hartmetallen mit Co-Binder kann dieser Bereich auch über $4\pi\sigma$ angegeben werden, wobei $4\pi\sigma$ 89 bis 99%, vorzugsweise 94 bis 99%, von $4\pi\sigma_{\max} = 2\text{Co} - 2,2\text{Cr}_3\text{C}_2$ beträgt (Co und Cr₃C₂ jeweils in Massen-%, $4\pi\sigma_{\max}$ in $\mu\text{T} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ angegeben).

[0012] Vorzugsweise besitzt der Hartmetallsubstratkörper eine Zusammensetzung mit 2 bis 10 Massen%, vorzugsweise 3 bis 7 Massen% Co als Bindemetall, bis zu 3 Massen% TaC und/oder NbC und bis zu 10 Massen% VC und/oder Cr₃C₂, bezogen auf den Bindemetallgehalt, Rest WC.

[0013] Um den gewünschten Kohlenstoffgehalt im Hartmetallkörper zu erhalten, können unterschiedliche verfahrenstechnische Maßnahmen getroffen werden. Zunächst kann der Kohlenstoff-Gehalt im Pulver-Mischungsansatz entsprechend hoch eingestellt werden, um eine genügende 60 Sättigung zu erzeugen. Da jedoch während des Hartmetall-Sintervorganges die verwendete Gasatmosphäre, die Temperatur, der Druck sowie die den Sintertemperaturen ausgesetzten Ofenbestandteile, z. B. Graphitheizstäbe, ebenfalls

Einflüsse auf das Sinterprodukt haben, wird vorzugsweise das in Anspruch 3 beschriebene Verfahren verwendet, wonach die pulverförmigen Ausgangsstoffe gemahlen, granuliert, zu einem Grüning verpreßt und der Grüning anschließend gesintert und ggf. der fertiggestellte Sinterkörper vor der Diamantbeschichtung nachbehandelt wird.

[0014] Um eine nicht gewünschte Unterkohlung des fertigen Sinterkörpers zu vermeiden, wird vorzugsweise der Grüning in der Aufheizphase bei einer Temperatur von 800°C bis 1100°C, insbesondere 900°C in einer Atmosphäre aus H₂ mit bis zu 1 Vol.% CH₄ unter einem Druck von 1 bar oder in einer Atmosphäre aus Ar mit mindestens 0,1 Vol.% CH₄ unter einem Druck \geq 1 bar einer Wärmebehandlung unterzogen, durch die die in der Ausgangspulvermischung eingestellte fehlende C-Absättigung durch Aufkohlung nachgeholt wird. Diese Aufkohlung vor der Sinterung kann während der Aufheizphase zur Sintertemperatur erfolgen.

[0015] Alternativ hierzu ist es nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung möglich, den fertiggesinterten Sinterkörper, der einen zu geringen Kohlenstoffgehalt aufweist, bei einer Temperatur zwischen 1000°C und 1350°C in einer bis zu 1 Vol.% CH₄ enthaltenen Gasatmosphäre zur Aufkohlung der oberflächennahen Schichten in einer Eindringtiefe von 200 bis 500 µm nachzubehandeln.

[0016] Diese Nachbehandlung kann auch in einer CVD-Beschichtungsanlage *in situ* vor der Diamantabscheidung durchgeführt werden.

[0017] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung ist es auch möglich, die vorgenannten Verfahrenstechniken miteinander zu kombinieren, um die Optimierung des Kohlenstoffgehaltes sicherzustellen.

[0018] Vorzugsweise wird der hinsichtlich des Kohlenstoffgehaltes optimal eingestellte fertiggesinterte und ggf. durch heißisostatisches Pressen nachbehandelte Sinterkörper vor der Beschichtung noch zusätzliche Vorbehandlungsschritte wie Strahlen, Reinigen, Ätzen, Bekeimen, dem Einbringen von Fremdelementen in die Oberfläche oder dem Aufbringen von Zwischenschichten unterzogen.

[0019] Vor der CVD-Diamantbeschichtung ist es in der Regel notwendig, den Binder durch naßchemisches Ätzen (oder andere geeignete Maßnahmen) aus der Oberfläche zu entfernen, wodurch auch in den oberflächennahen Rand schichten eine Bindemetallverarmung bewirkt wird, die sich positiv auf die Haftfestigkeit der nachfolgend aufgetragenen Diamantbeschichtung auswirkt, es sei denn, daß durch die Herstellung bereits eine entsprechende Binderverarmung oder -entfernung bewirkt worden ist.

[0020] Es können alle Arten von Ätz- und CVD-Diamant beschichtungsverfahren verwendet werden. Diese Verfahren sind nach dem Stand der Technik bekannt. Als zusätzliche Unterstützung können die Substrate mit feinen Diamantkeimen belegt werden, um die Keimdichte zu erhöhen. Auch ein erster Vorbehandlungsschritt durch moderates Strahlen mit Abrasivmitteln kann zweckmäßig sein. Dieser Schritt dient dazu, die Oberfläche aufzurauen, schädliche Produkte aus vorgesetzten Prozessen zu entfernen und/oder die Schneidkante zu verrunden. Vor jedem der Vorbehandlungsschritte sind in der Regel angepaßte Reinigungsschritte notwendig. Weniger gebräuchlich, aber möglich sind Vorbe handlungsverfahren, die Fremdelemente in die Oberflächen zonen einbringen, oder mit deren Hilfe Zwischenschichten aufgebracht werden.

[0021] In einem ersten Ausführungsbeispiel wird eine pulverförmige Ausgangsmischung (Korngröße der Ausgangspulver ca. 0,7 µm) mit den Bestandteilen 93,07% WC, 0,20% VC, 0,53 Cr₃C₂ und 6,20% Co miteinander ver mahlen, granuliert, zu einem Grüning verpreßt und anschließend gesintert. Zur Einstellung des Kohlenstoffgehaltes im

Hartmetallkörper wurde der Sintervorgang so gestaltet, daß während der Vakuum-Aufheizphase bei 850°C eine Haltezeit von 2 Std. und eine Gasatmosphäre von H₂ mit 0,5 Vol. CH₄ bei einem Druck von 1000 mbar zwischengeschaltet wurde. Der so erhaltene Hartmetallsinterkörper besitzt eine magnetische Sättigungspolarisation von 97% des Maximalwertes.

[0022] In einem zweiten Ausführungsbeispiel wird eine Ausgangsmischung mit den Bestandteilen: 91,75% WC, 0,94% TaC, 0,62% NbC, 0,14% VC und 6,55% Co miteinander ver mahlen, granuliert, zu einem Grüning verpreßt und anschließend gesintert. Zur Einstellung des Kohlenstoffgehaltes im Hartmetallkörper wurde der Sintervorgang so gestaltet, daß während der Vakuum-Aufheizphase nach Erreichen einer Temperatur von 950°C die Temperatur unter einem Argon-Gasdruck von 900 mbar wieder auf 850°C abgesenkt wird. Es folgt eine Standzeit von 2,5 Stunden bei 850°C unter einer Gasatmosphäre von H₂ mit 0,5 Vol.% CH₄ bei einem Druck von 1000 mbar. Anschließend wird unter Vakuum der Sinterzyklus zu Ende geführt. Der so erhaltene Hartmetallsinterkörper besitzt eine magnetische Sättigungspolarisation von 97,5% des Maximalwertes.

[0023] Vor der Beschichtung der vorgenannten Hartmetallkörper werden diese einem 30-minütigen Reinigen in Aceton mittels Ultraschall, einem 10-minütigen Ätzen der Oberfläche in einer 25 Vol.-%igen Salpetersäure bei Raumtemperatur, einem 30-minütigen Bekeimen im Ultraschallbad in Ethanol mit 6 g/l Diamantpulver mit einer mittleren Korngröße von 5 µm und einem erneuten 30-minütigen Reinigen in Aceton mittels Ultraschall unterzogen.

[0024] Zur Beschichtung der derart vorbehandelten Körper in einer Hot-Filament-Anlage wird eine Gasatmosphäre aus 1 Vol.-% CH₄ und 99 Vol.-% H₂ sowie folgende Beschichtungsparameter eingestellt:

35 Substrattemperatur: 850°C
Filament-Temperatur: 2000°C
Gesamtdruck: 2000 Pa
Mittlerer Abstand zu den Filamenten: 10 mm
Beschichtungsdauer: 18 h

40 Gesamtgasfluß pro 1 Anlagenvolumen: 25 ml_u/min
(ml_u bezeichnet "Norm"-ml, die sich auf den physischen Normzustand bei 0°C (= 273,15 K) und 101325 Pa beziehen).

[0025] Die mit dieser Beschichtung erhaltene Schicht 45 hatte eine Dicke von etwa 6 µm.

[0026] In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden fertiggesinterte, geschliffene oder ungeschliffene Hartmetallkörper der Zusammensetzung 91,75% WC, 0,94% TaC, 0,62% NbC, 0,14% VC und 6,55% Co, deren Kohlenstoffgehalt bei 85% des maximalen C-Gehaltes und damit unterhalb des für die Haftung einer Diamantschicht vorteilhaften Bereiches von 89% bis 99%, vorzugsweise 94% bis 99% liegt, 30 Minuten in Ultraschall gereinigt, 10 Minuten in einer 25%-igen Salpetersäure bei Raumtemperatur geätzt, 30 Minuten in Ultraschall in Ethanol mit 6 g/l Diamantpulver mit einer mittleren Korngröße von 5 µm bekeimt, 30 Minuten in Ultraschall nachgereinigt und in die Hot-Filament-Beschichtungsanlage verbracht. Zur Aufkohlung der oberflächennahen Schichten werden die Hartmetallkörper eine

60 Stunde bei 1100°C in einer Gasatmosphäre aus H₂ mit 0,5 Vol.% CH₄ bei 1000 mbar Gesamtdruck behandelt. Zur Aufbringung der Beschichtung wird die Substrattemperatur auf 850°C erniedrigt und der Prozess genau so gefahren wie er bereits zuvor beschrieben worden ist. Die in diesem Beispiel erhaltene Schicht hatte eine Dicke von ca. 6 µm.

[0027] Ergänzend wird auf das in der WO 00/60137 beschriebene mehrstufige Diamant-Beschichtungsverfahren verwiesen, das ebenfalls verwendet werden kann.

Patentansprüche

1. Verbundwerkstoff, bestehend aus einem Hartmetall- oder Cermet-Substratkörper, der mit mindestens einer Diamantschicht überzogen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der C-Gehalt des Hartmetall- oder Cermet-Substratkörpers zwischen 89% und 99%, vorzugsweise zwischen 94% und 99%, des maximal möglichen Gehaltes, bei der C-Porosität auftritt, beträgt oder bei Hartmetall-Substratkörpern mit Co-Binder die magnetische Sättigungspolarisation 89 bis 99%, vorzugsweise 94 bis 99% der maximalen magnetischen Sättigungspolarisation $4\pi\sigma_{\max} = 2\text{Co} - 2,2\text{Cr}_3\text{C}_2$ beträgt (Co und Cr_3C_2 jeweils in Massen-%, $4\pi\sigma_{\max}$ in $\mu\text{T} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ angegeben) beträgt. 5

2. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartmetall-Substratkörper 2 bis 10 Massen%, vorzugsweise 3 bis 7 Massen% Cobalt als Bindemetall, bis zu 3 Massen% TaC und/oder NbC und bis zu 10 Massen% VC und/oder Cr_3C_2 , bezogen auf die Bindephase, Rest WC mit einer Feinkörnigkeit $\leq 1\text{ }\mu\text{m}$ aufweist. 10

3. Verfahren zur Herstellung eines Verbundwerkstoffes nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die pulverförmigen Ausgangsstoffe gemahlen, granuliert, zu einem Grünling verpreßt und der Grünling anschließend gesintert, der fertiggestellte Sinterkörper ggf. nachbehandelt und schließlich beschichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Grünling in der Aufheizphase bei einer Temperatur von 800°C bis 1100°C, vorzugsweise bei 900°C, in einer Atmosphäre aus H_2 mit bis zu 1 Vol.% CH_4 unter einem Druck von 1 bar oder in einer Ar-Atmosphäre mit $\geq 0,1$ Vol.% CH_4 unter einem Druck ≥ 1 bar wärmebehandelt wird, um den gewünschten C-Gehalt einzustellen. 15

4. Verfahren zur Herstellung eines Verbundwerkstoffes nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die pulverförmigen Ausgangsstoffe gemahlen, granuliert, zu einem Grünling verpreßt und der Grünling anschließend gesintert, der fertiggestellte Sinterkörper ggf. nachbehandelt und schließlich beschichtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der C-ungesättigte fertiggesinterte Hartmetall-Sinterkörper bei einer Temperatur zwischen 1250°C und 1350°C in einer bis zu 1 Vol.% CH_4 enthaltenen Gasatmosphäre zur Aufkohlung der oberflächennahen Schichten in einer Eindringtiefe von 200 μm bis 500 μm nachbehandelt wird. 20

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der fertiggesinterte und ggf. nachbehandelte Sinterkörper vor der Beschichtung noch zusätzlichen Vorbehandlungsschritten wie Strahlen, Reinigen, Ätzen, Bekeimen, dem Einbringen von Fremdelementen in die Oberfläche oder dem Aufbringen von Zwischenschichten unterzogen wird. 25

35

40

45

50

55

60

65